第８講　眼球運動の調節

次の文１と文２を読み，ⅠとⅡの各問に答えよ。

〔文１〕

反射とは，感覚器が受容した刺激が脊髄や脳幹を介して，意識とは無関係に筋肉などの［ 1 ］器をすばやく反応させる現象である。ヒトの最も単純な反射の１つに膝蓋腱（しつがいけん）反射がある。不意に膝の下の腱がたたかれて，太ももの筋肉が伸展すると，その筋肉の中にある感覚器である筋紡錘（きんぼうすい）が，筋肉の伸展を感知する。その情報は感覚神経を伝わって脊髄に入り，［ 2 ］を１つだけ介して運動神経に伝達され，同じ筋肉を収縮させて伸展を打ち消すようにはたらく。

一方，前庭動眼反射では，不意に頭が水平方向に回転させられたとき，内耳の感覚器である［ 3 ］が回転を感知し，その情報が脳幹の神経回路を介して伝達され，視線の方向のずれを打ち消すような眼球運動をひきおこす。これにより，視線の向きが一定に保たれる。**図１－１**にその神経回路の概略を示す。

この図の中の神経核とは，ニューロンの細胞体が多数集まった部分である。簡単のため，ここでは最小限の数のニューロンを表示している。ニューロンの細胞体からのびる軸索の先端には神経終末が形成され，別のニューロンや眼筋（外直筋と内直筋）へと接続している。また，興奮性ニューロンとは，接続先のニューロンの活動を増加させるニューロンであり，抑制性ニューロンとは，接続先のニューロンの活動を打ち消して減少させるニューロンである。

この神経回路を見て，感覚器→前庭神経核（以後，神経核 A とよぶ）→外転神経核（神経核 B）→動眼神経核（神経核 C）→眼筋，と信号が伝達される際のニューロンの活動について考えてみよう。太い矢印で示すように，頭が左側（水平面上で反時計回り）に回転させられる場合，左側の感覚器の活動は増加し，右側の感覚器の活動は減少する。すると，この神経回路により，左側の神経核 A のニューロン（神経核 A に細胞体のあるニューロン）の活動は増加し，右側の神経核 A のニューロンの活動は減少する。また，左側の神経核 B のニューロンの活動は［ 4 ］し，右側の神経核 B のニューロンの活動は［ 5 ］する。さらに，左側の神経核 C のニューロンの活動は［ 6 ］し，右側の神経核 C のニューロンの活動は［ 7 ］する。その結果，左右の眼球がともに右に回転する。

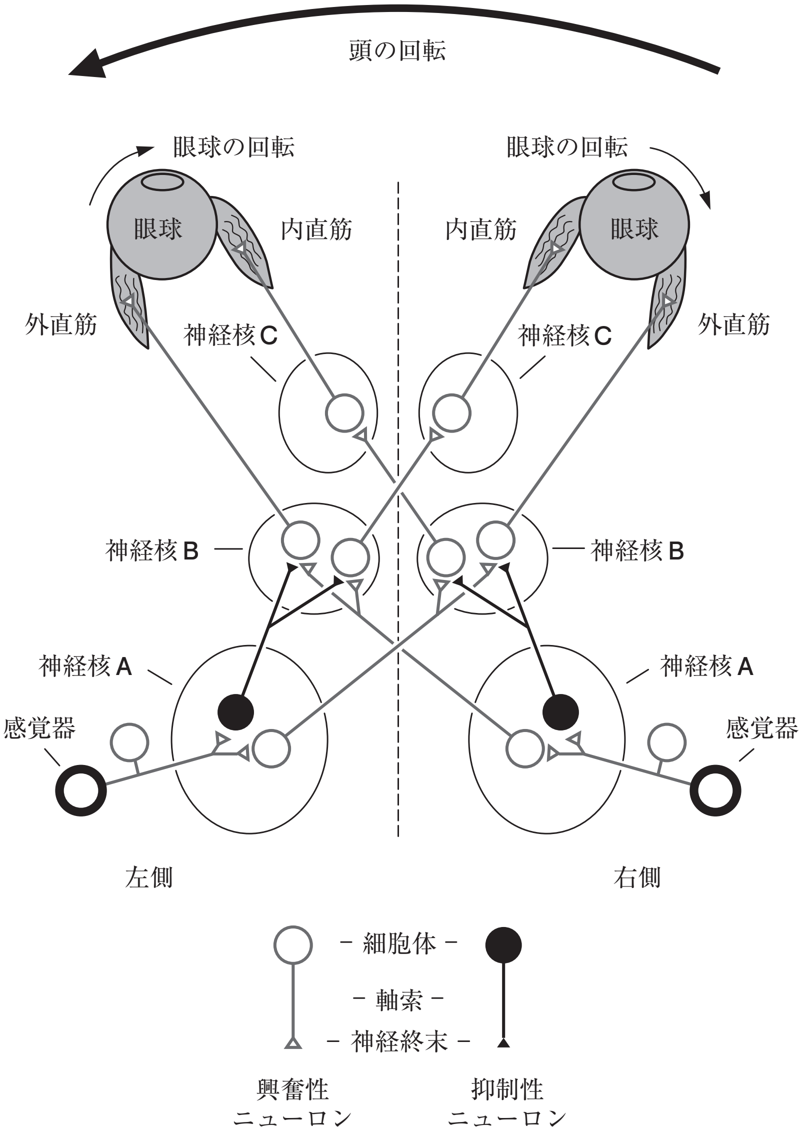

図１－１　前庭動眼反射の神経回路

〔文２〕

感覚器が受容した刺激情報は大脳に伝えられ，処理を受けることで感覚が生じる。例えば皮膚からの情報は，大脳にある皮膚の感覚野（体性感覚野）に伝えられる。この体性感覚野には，皮膚のさまざまな部位からの体性感覚情報を処理する領域が，皮膚の位置関係におおむね対応してならんでいる。ヒトの皮膚の中でも［ 8 ］や［ 9 ］については，皮膚の単位面積に対応する脳領域が広いので，高い精度が要求される感覚情報の処理が可能である。

一方，視覚情報は大脳にある視覚野に伝えられる。この視覚野には，視野のさまざまな部分からの視覚情報を処理する領域が，視野の位置関係に対応してならんでいる。両眼の視野の左側の視覚情報はともに大脳右半球の視覚野に伝えられ，逆に両眼の視野の右側の視覚情報は左半球の視覚野に伝えられる。**図１－２**は視野の左側と右半球の視覚野の対応関係を示す。

図１－２(a)は視野の左側で，H は視野を上下に分ける線，V は視野を左右に分ける線である。＋は視野の上半分，－は下半分，F は視野の中心，P は周辺部を示す。視野の中心から周辺部へのずれの度合いを，角度（2°，10°，40°）であらわす。一方，**図１－２**(b)の上の図は，大脳の右半球を左から見たものである。大脳の視覚野（黒く塗りつぶしてある大脳の部分）は，大脳の溝の中に折りたたまれている。**図１－２**(b)の下の図は，その視覚野を取り出して，大脳半球と前後上下の関係を保ったまま平面に展開して，**図１－２**(a)の視野に対応する視覚野の領域を模式的に表示したものである。

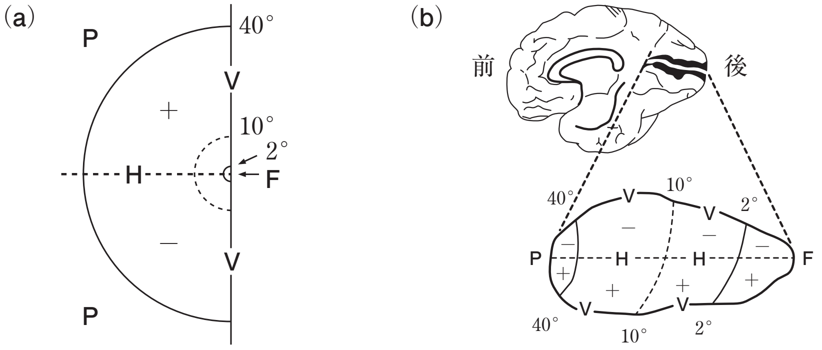

図１－２　視野の左側と右半球の視覚野の対応関係

〔問〕

Ⅰ　文１について，以下の小問に答えよ。

A　空欄**１**～**３**に最も適切な語を入れよ。

B　空欄**４**～**７**に「増加」または「減少」の語を入れよ。

C　正常な前庭動眼反射における神経核のニューロンの活動について，以下の(a)と(b)に答えよ。

(a)　左側の神経核**B**のニューロンと左側の神経核**C**のニューロンの活動は相反的に増減する。つまり，一方の活動が増加するともう一方の活動が減少し，逆に一方の活動が減少するともう一方の活動が増加する。同様に，右側の神経核**B**のニューロンと右側の神経核**C**のニューロンの活動も相反的に増減する。このようなニューロンの活動は眼球に対してどのような作用を及ぼすか。そのときの外直筋と内直筋の挙動とともに１～２行（35～70字）で述べよ。

(b)　左側の神経核**B**のニューロンと右側の神経核**B**のニューロンの活動は相反的に増減する。同様に，左側の神経核**C**のニューロンと右側の神経核**C**のニューロンの活動も相反的に増減する。このようなニューロンの活動はどのような左右の眼の動きをひきおこすか。１～２行（35～70字）で述べよ。ただし，(a)で述べた増減の関係は保たれているものとする。

D　**図１－１**で，右側の感覚器の活動が消失した場合，頭を不意に左側に回転させられると，左右の眼球はそれぞれどちらの方向に動くか。理由とともに３行（105字）以内で述べよ。

Ⅱ　文2について，以下の小問に答えよ。

E　下の**図1－3**で，体性感覚野および随意運動を担う運動野は，大脳のどこにあるか。(1)～(4)から最も適切なものを選び，体性感覚野，運動野の順に記せ。

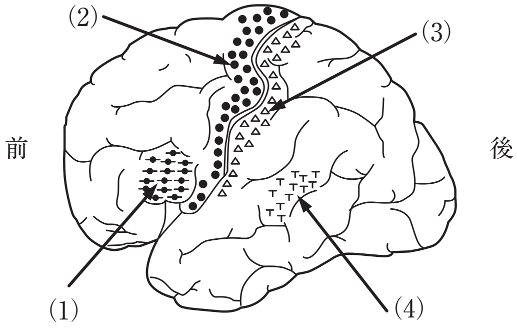

図1－3　大脳の左半球

F　空欄**8**と**9**に入る語句として，最も適切なものを次の(1)～(5)から順不同で選べ。

(1)　頭　　(2)　唇　　(3)　腕　　(4)　手の指　　(5)　腹

G　**図1－2**について，次の(1)～(5)から誤った記述を2つ選べ。

(1)　視野の40°よりも外側（周辺部）に対応する視覚野の領域が存在する。
(2)　視野の10°から40°までの部分には，視野の一定の広さあたり，最も広い視覚野の領域が対応する。
(3)　視野の下半分には，視覚野の上半分が対応する。
(4)　視野を上下に分ける線**H**に対応する視覚野の部分は，大脳の溝の奥に存在する。
(5)　視野を左右に分ける線**V**に対応する右半球の視覚野の部分は2つ存在する。

H　**図1－4**は，「○」または「×」という視覚対象を見たときの，視野の左側の視覚情報と，対応する右半球の視覚野の領域を太線で示している。一方，**図1－5**は，ある視覚対象を見たときの，対応する右半球の視覚野の領域を太線で示している。**図1－4**を参考にして，この視覚対象として最も適切なものを，**A**，**E**，**H**，**T**，**Y**の中から選べ。ただし，アルファベットおよび「○」と「×」の線の太さは考慮する必要がないものとする。

「○」の場合：　　　　「×」の場合：

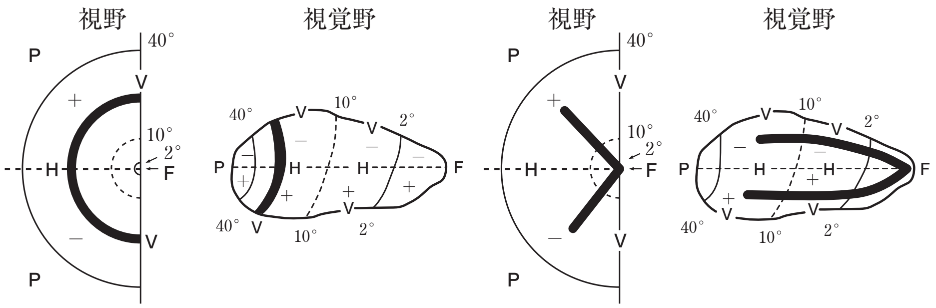

図１－４　視野の左側に見える視覚対象（「○」と「×」）と対応する大脳右半球の視覚野の領域（ともに黒の太線で示す）

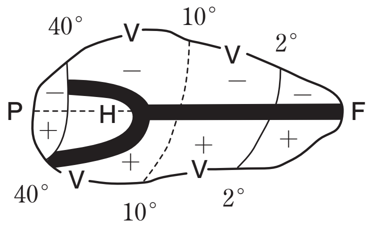

図１－５　ある視覚対象に対応する大脳右半球の視覚野の領域

Ⅰ　大脳の視覚野に多数存在するニューロンは，それぞれが視野の特定部分の情報処理を担当する。視覚対象が視野の中心付近に提示されるとき，周辺部に提示されるときに比べて，より小さな視覚対象を識別することができる。これを可能にするために，ひとつのニューロンが担当する視野の範囲は視覚野内で均一ではなく，ある特徴をもつ。どのような特徴か。2 行（70 字）程度で述べよ。

第 8 講

Ⅰ　A　1　効果　2　シナプス　3　半規管

B　4　減少　5　増加　6　増加　7　減少

C　(a)　１つの眼球において，外直筋の収縮と内直筋の弛緩，および外直筋の弛緩と内直筋の収縮を同調的に行うことで円滑な眼球の回転を可能にしている。

(b)　左右の眼球において，一方の外直筋と他方の内直筋を同調して収縮させることで両目を同じ方向に回転させることができる。

D　頭を左側に回転した場合は，左側の感覚器の活動は増加し右側の感覚器の活動は減少する。右側の感覚器の活動が消失したとしても，左側の感覚器からの興奮が神経節Bで分岐し両眼に連絡するため，両眼とも右に回転する。

Ⅱ　E　体性感覚野：(3)　運動野：(2)

F　(2),(4)

G　(2),(5)

H　A

I　視野の中心付近は，視野の面積に対して担当する脳の領域は広くニューロンの数は多い。そのため，ニューロン１つあたりが担当する視野の面積は狭くなる。